

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BEST AVAILABLE COPY

(11)Publication number : 10-217487

(43)Date of publication of application : 18.08.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/16

B41J 2/045

B41J 2/055

H01L 41/09

(21)Application number : 09-023390

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 06.02.1997

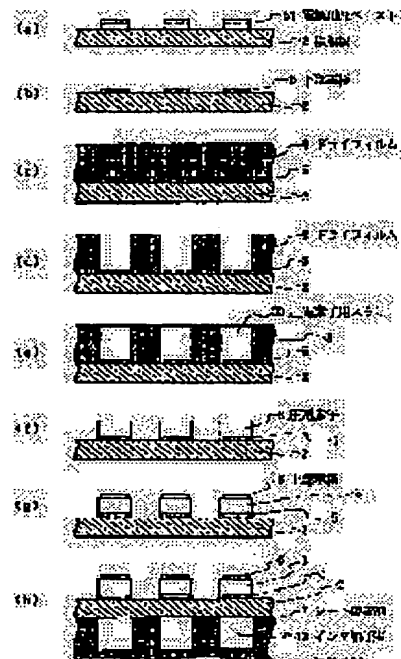
(72)Inventor : FUKAZAWA NAOTO  
UCHIDA SHINJI

## (54) FORMATION OF PIEZOELECTRIC ELEMENT IN INK JET RECORDING HEAD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for forming a piezoelectric element required for manufacturing a multi-nozzle ink jet recording head at low cost with high yield.

**SOLUTION:** A dry film 8 is applied (c) onto a ceramic diaphragm 2 provided with a lower electrode 5 formed by sintering a screen printed Pt paste 51 for electrode, the dry film 8 is removed (d) from a position corresponding to an ink pressure chamber 13 by photolithography, the removed part is filled with slurry 33 for piezoelectric element (e), a piezoelectric element 3 is formed directly (f) on the diaphragm 2 through the lower electrode 5 by sintering, and gold is sputtered (g) as an upper electrode 6. The diaphragm 2 formed with the piezoelectric element 3 is bonded to a channel substrate 1 through a sheet adhesive 7 thus forming an ink jet recording head.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. A dry film is stuck on the diaphragm made from a ceramic with which the lower electrode of a piezoelectric device was formed. A photolithography removes the location corresponding to the ink pressurized room of this dry film. The piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head characterized by calcinating the diaphragm with which the removed part was filled up with the slurry of a piezoelectric-device raw material, and the removal section of a dry film was filled up with the slurry of a piezoelectric-device raw material, and forming a piezoelectric device directly on a diaphragm.

[Claim 2] The passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. In the location corresponding to the ink pressurized room of the diaphragm made from a ceramic in which the lower electrode of a piezoelectric device was formed The piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head characterized by calcinating the diaphragm which the slurry of a piezoelectric-device raw material was printed [ diaphragm ] and had the slurry of a piezoelectric-device raw material printed by stamp print processes, and forming a piezoelectric device directly on a diaphragm.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the formation approach of the piezoelectric device in the ink jet recording head used for the ink jet recording method injected and printed from a nozzle by making ink into a drop.

[0002]

[Description of the Prior Art] The airline printer using an ink jet recording head is widely used for fields as which small lightweight nature is required from the advantage that a configuration is easy, such as a desk printer and facsimile. Some methods are proposed by the ink jet recording head. The type on demand whose number is one of ink jet recording head (below, it is called a recording head for short) is a method which a piezoelectric device is pasted [ method ] up on a diaphragm, makes a piezoelectric device expand and contract by impressing an electrical-potential-difference pulse to the piezoelectric device, vibrates a diaphragm, and makes an ink droplet breathe out from a nozzle. This recording head has a semipermanent life, has the advantages, like a running cost is low, and is going to be used widely after this.

[0003] Generally this recording head consists of a passage substrate with which the slot which the plurality for forming ink passage, such as an ink supply way, a passage resistance controller, the ink pressurization section, and an ink discharge part, in a front face opened for free passage is formed, a diaphragm of the shape of a sheet which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and a piezoelectric device pasted up on the front face of the location corresponding to the ink pressurization section of a diaphragm. If an electrical potential difference is impressed to this piezoelectric device, a piezoelectric device and a diaphragm will deform toward ink pressurization circles according to a bimorph operation, ink will be pressurized, and an ink droplet will be injected from an ink discharge part.

[0004] Drawing 4 shows the structure of such a conventional recording head, and the top view in which (a) shows the configuration of the slot of a passage substrate, and (b) are the sectional views along the ink passage of a recording head. One front face of the passage substrate 1 is equipped with the slot for forming two or more ink passage 10 which consists of an ink supply way 14 for supplying ink to the nozzle passage 12 and the ink pressurized room 13 which connect the ink nozzle 11 as an ink discharge part, the ink pressurized room 13 as the ink pressurization section, and an ink nozzle 11 and the ink pressurized room 13, and drawing passage 15 as a passage resistance controller of ink passage, and the common ink reservoir 16. Such the passage substrate 1 and a diaphragm 2 are piled up, pasted up and unified. After being unified, the front face of the diaphragm 2 corresponding to each ink pressurized room 13 is pasted by the thermosetting adhesives layer 4 through the common electrode with which the piezoelectric device 3 as an electric machine sensing element currently beforehand cut by the predetermined dimension is not illustrated, and a recording head is formed in it.

[0005] In addition, the up electrode 31 and the lower electrode 32 are formed in both sides of a piezoelectric device 3, by impressing a driver voltage pulse between the lower electrode 32 and the up

electrode 31 through a common electrode, a diaphragm 2 vibrates according to a bimorph operation, ink is injected from an ink nozzle 11, and reaches and adheres to front faces, such as the recording paper, and printing is carried out.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, in the manufacture approach of the recording head by the conventional technique, although a diaphragm 2 and a piezoelectric device 3 are pasted up by the thermosetting adhesive layer 4, it is difficult to control the adhesives of a minute amount to minute area, and to apply coverage to it. Therefore, when the amount of adhesives is superfluous, \*\*\*\*\* generates [ adhesives ] the defective continuity of the up electrode 31 by \*\*\*\*\* to up to the up electrode 31, or when the adhesives layer 4 becomes thick, the applied voltage to a piezoelectric device 3 falls. Moreover, when the amount of adhesives is insufficient, the adhesion area of a piezoelectric device 3 becomes insufficient, and the problem of deformation of a diaphragm 2 running short is produced, and it has become the cause of a yield fall.

[0007] Moreover, when the thickness of the adhesives layer 4 varies, it is also the factor which makes the regurgitation property of ink vary. Although it was an ideal to paste up in the very thin adhesives layer 4, as an actual problem, it is difficult and there was a limitation in controllable thickness. In order to solve many problems generated in connection with on the other hand using such adhesives, the approach of using screen-stencil and forming a lower electrode and a piezoelectric device directly on a diaphragm is proposed by the artificer of this invention, and the applicant for this patent applies for it as Japanese Patent Application No. No. 246332 [ eight to ]. After this approach screen-stencils the platinum paste for a lower electrode on a diaphragm, it is calcinated, after it carries out leveling processing for forming a lower electrode, screen-stenciling the slurry of a piezoelectric-device raw material on it, equalizing the thickness of that printing layer, and losing a pinhole, it is calcinated, and it forms the lower electrode and the piezoelectric device directly on a diaphragm. Leveling processing is needed for reducing dispersion with the big thickness by the irregularity corresponding to the mesh of the pinhole and screen which win air bubbles into the slurry printed in the process of screen-stencil by the effect of a screen, and are generated. Both large things of existence of a pinhole and dispersion of thickness become the factor which makes the ink regurgitation property of a recording head vary greatly. On the other hand, even if a pinhole exists in the platinum layer as a lower electrode, it is satisfactory, and also for thickness, dispersion in thickness is [ 3-5 micrometers and ] also 2 micrometers thinly. Since it becomes the following, it is satisfactory for forming a lower electrode by screen-stencil.

[0008] It does not solve by canceling many troubles generated in connection with using the above adhesives, or adopting a special process like leveling processing of generating of a pinhole and the problem of dispersion in thickness accompanying formation of the piezoelectric device using screen printing, but this invention has a high yield, and its cost is cheap, and it makes it a technical problem to offer the piezoelectric-device formation approach of a recording head that driver voltage can manufacture the recording head of a low multi-nozzle.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in this invention in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. A dry film is stuck on the diaphragm made from a ceramic with which the lower electrode of a piezoelectric device was formed. A photolithography removes the location corresponding to the ink pressurized room of this dry film. The diaphragm with which the removed part was filled up with the slurry of a piezoelectric-device raw material, and the removal section of a dry film was filled up with the slurry of a piezoelectric-device raw material is

calcinated, and a piezoelectric device is directly formed on a diaphragm. The removal section of a dry film is filled up with the slurry of a piezoelectric-device raw material, since it calcinates in the condition and a piezoelectric device is directly formed on a diaphragm, the amount of a slurry is controlled by thickness of a dry film, and homogeneity is filled up with it on the whole surface. Therefore, the thickness of the piezoelectric device formed may be thin, and a set deer does not have a pinhole, either. Furthermore, since the removal section of a dry film is formed by the photolithography, small area-ization of a piezoelectric device can be carried out easily.

[0010] Moreover, the passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. The diaphragm which the slurry of a piezoelectric-device raw material was printed [ diaphragm ] in the location corresponding to the ink pressurized room of the diaphragm made from a ceramic in which the lower electrode of a piezoelectric device was formed, and had the slurry of a piezoelectric-device raw material printed by stamp print processes is calcinated, and a piezoelectric device is directly formed on a diaphragm.

[0011] Also in this approach, the amount of the slurry of the piezoelectric-device raw material by which stamp printing is carried out is controlled by precision of the mold for the slurry restoration formed separately. Since it is possible, the thickness and the amount of a slurry which are imprinted by stamp printing from a mold are fully controlled, and making this mold with high precision can form the piezoelectric device of the small area with few pinholes to which thickness could be thin and it was equal.

[0012]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of implementation of this invention is explained using an example.

The [1st example] Drawing 1 shows the process of the 1st example of the piezoelectric-device formation approach of the recording head by this invention, and drawing 2 shows the structure of the recording head created in this example. In drawing 2, (a) was the top view seen from the piezoelectric-device side, and (b) is a sectional view along ink passage, and it attached the same sign about the part of the same function as the case of the conventional technique.

[0013] First, drawing 1 explains a production process. 30 micrometers in thickness To the location corresponding to each ink pressurized room 13 of one side of the diaphragm 2 which consists of a zirconia plate, it is about 5 micrometers in thickness by screen-stencil. The Pt paste 51 for electrodes is printed [a process (a)]. After drying this paste 51 by 120 \*\*, it calcinates at 1100 degrees C and the lower electrode 5 is formed [a process (b)].

[0014] Next, it is thickness 100 to the field by the side of lower electrode 5 formation of the diaphragm 2 with which the lower electrode 5 was formed. mum The dry film 8 is pasted up, [a process (c)] and a photolithography remove the part corresponding to each ink pressurized room 13 of the dry film 8, and it is the depth 100. mum A depression is formed [a process (d)]. This process consists of exposure and etching of a part of the ultraviolet rays to the part to remove. Subsequently, the depression which is the removal section of the dry film 8 is filled up with the slurry 33 for piezoelectric devices [a process (e)]. The ethyl cellulose as a main binder, the diethylene glycol monoethyl ether as a main solvent, and other additives are added to the raw material powder which pulverized the temporary-quenching powder of a lead system piezoelectric device, it often mixes, and the slurry for piezoelectric devices is adjusted to desired viscosity. Restoration of the slurry 33 for piezoelectric devices applies the slurry 33 for piezoelectric devices all over diaphragm 2, rubs the front face of the dry film 8 with a scraper, makes the thickness of a depression thickness of the slurry 33 for \*\*\*\* dropping \*\*\*\*\*, and dries an

excessive slurry by 120 \*\*. The thickness becomes 70 – 80% by drying. Then, the diaphragm 2 in the condition of having filled up the removal section of the dry film 8 with the slurry 33 for piezoelectric devices is calcinated at 1150 degrees C, and a piezoelectric device 3 is formed on the lower electrode 5 on a diaphragm 2 [a process (f)]. the time of this baking — the dry film 8 — 400 from — it decomposes and carbonizes and stops having evaporated at the temperature of 500 \*\*. Moreover, the thickness of the calcinated piezoelectric device 3 is contracted in about 40% of the thickness of the dry slurry 33 for piezoelectric devices. This contraction can be adjusted by a certain amount of width of face by changing the ratio of the binder in the dry slurry 33 for piezoelectric devices. The spatter film of the gold as an up electrode 6 is formed in the top face of this piezoelectric device 3 with a sputtering system [a process (g)].

[0015] Thus, the diaphragm 2 and the passage substrate 1 with piezoelectric-device 3 which were formed are joined with the sheet adhesives 7, ink passage is formed, and a recording head is completed [a process (h)]. Here, the structure of the recording head formed by doing in this way is explained using drawing 2 , and the comparison with the case of the conventional technique explains the description.

[0016] In the recording head by this example, from the field of a piezoelectric device 3, the lower electrode 5 formed on the diaphragm 2 is extended by 1–2mm, and is formed, and this part is soldered to the flexible printed circuit board as an installation location of the signal electrode of each piezoelectric device. The piezoelectric device 3 is directly formed on this lower electrode 5, and the up electrode 6 is formed on the piezoelectric device 3. Since thickness of a piezoelectric device 3 can be made thin compared with the thing of the conventional technique according to this invention, it is the ink pressurized room 13. Width of face could be narrowed, therefore each ink passage could be formed in the shape of a straight line, the die length of ink passage could be shortened very much compared with the conventional technique, and the ink supply way 14 and the long nozzle passage 12 in the conventional technique are lost.

[0017] As a result of using the lower electrode 5 of the recording head by this invention of such structure as an individual electrode, impressing proper wave-like driver voltage between two electrodes by having used the up electrode 6 as the common electrode and evaluating the regurgitation property of ink, driver voltage was low and was able to acquire the outstanding ink regurgitation property with little dispersion. it is the effectiveness by this having the thin thickness of a piezoelectric device 3, and there being little dispersion, and moreover not having an adhesives layer — it is presumed.

[0018] Here, when the description of this invention is summarized, the 1st description is that the direct piezoelectric device 3 is formed on the lower electrode 5 on a diaphragm 2 first, as the production process already described. For this reason, since there is no adhesives layer 4 which exists in the case of the conventional technique, the trouble accompanying it is canceled. The 2nd description is that the thickness of the piezoelectric device 3 formed is thin, there is little dispersion, the top face is flat, the edge is perpendicular, and there are few defects. the depression where this was formed in the removal section of the dry film 8 — a slurry — slushing — an excessive slurry — a scraper — \*\*\*\*\* — it requires that the crack at the time of baking and generating of a wave are mitigated sharply, without having the remains of a mesh which are seen in screen-stencil by things. Moreover, since it becomes about 40% of the thickness of the slurry 33 for piezoelectric devices after printing desiccation, it sets in the above-mentioned example, and the thickness of the piezoelectric device 3 formed is 30 micrometers. It has extent. the piezoelectric device by the conventional technique — thickness 100 mum according to this invention compared with it having been fairly difficult to realize the following with the sufficient yield — 50 micrometers the following thin piezoelectric devices — dispersion in thickness — it is being able to obtain few. For this reason, since width of face of the ink pressurized room 13 can be narrowed, more multi-nozzle-ization is attained and driver voltage also becomes low. Moreover, it is also less necessary to bend ink passage, since the pitch of an ink nozzle 11 and the pitch of the ink pressurized room 13 do not suit like [ in the case of the conventional technique ], and it becomes without being able to make each ink passage parallel and carrying out the troublesome designs including passage resistance for

each ink passage of every, since each ink passage can be formed in the shape of a straight line, as shown in drawing 2, and the design of a pattern becomes very easy.

[0019] Since the 3rd description fills up with the slurry 33 for piezoelectric devices only the part which forms a piezoelectric device 3 and forms a piezoelectric device 3, compared with the case where it manufactures by the grinding process like the conventional technique, its amount of the raw material for piezoelectric devices used decreases sharply, and raw material cost reduces it. Compared with the conventional production process which carries out alignment of each piezoelectric device, and is pasted up, a production process is simplified and cost reduces the 4th description.

[0020] The [2nd example] Drawing 3 shows the important section of the process of the 2nd example of the piezoelectric device formation approach of the recording head by this invention, and since it is the same as the 1st example, the process (f) or subsequent ones is abbreviated even to the process (b). Unlike the 1st example, other processes have the the same approach the 2nd example forms the slurry 33 for piezoelectric devices, and the slurry 33 for piezoelectric devices dried when said strictly on the lower electrode 5 on a diaphragm 2.

[0021] The process until it forms the dry slurry 33 in this example on the lower electrode 5 of a diaphragm 2 is as follows: First, it dents with a predetermined configuration and the predetermined depth in the location corresponding to each ink pressurized room 13, and is 100 at this example. μm Metal mold 300 made from stainless steel which had the depression of the depth formed It prepares and is that mold 300. In order to improve the omission of the dry slurry 33 for piezoelectric devices, a release agent is applied, and it is filled up with the slurry 33 for piezoelectric devices [a process (c)]. This restoration is carried out by the same approach as filling up the depression of the removal section of the dry film 8 in the 1st example with the slurry 33 for piezoelectric devices. Subsequently, pad 400 made of rubber The slurry 33 for piezoelectric devices which imprinted the dry slurry 33 for piezoelectric devices, and was dried from the [the process (d)], then the pad 400 made of rubber is imprinted to up to the lower electrode 5 on a diaphragm 2. [a process (e)]. The diaphragm 2 which had the slurry 33 for piezoelectric devices imprinted is calcinated at 1150 degrees C, a piezoelectric device 3 is formed on the lower electrode 5 of a diaphragm 2, this diaphragm 2 and the passage substrate 1 are joined, and a recording head is formed. Thus, the formed recording head had low driver voltage like the 1st example, and showed the outstanding ink regurgitation property with little dispersion.

[0022] The recording head by this example also has the same description as the 1st example. In addition, in the above-mentioned example, although the Pt paste 51 for electrodes is calcinated at a process (b) and the lower electrode 5 is formed, this process can be skipped and it can also calcinate at [a process (f)] at coincidence at the time of baking of the slurry 33 for piezoelectric devices.

[0023] [Effect of the Invention] The passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink according to this invention etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. A dry film is stuck on the diaphragm made from a ceramic with which the lower electrode of a piezoelectric device was formed. A photolithography removes the location corresponding to the ink pressurized room of this dry film. Since the diaphragm with which the removed part was filled up with the slurry of a piezoelectric device raw material, and the removal section of a dry film was filled up with the slurry of a piezoelectric device raw material, is calcinated and a piezoelectric device is directly formed on a diaphragm. The amount of a slurry is controlled by thickness of a dry film, the thickness of the piezoelectric device with which homogeneity is filled up and which is formed in the whole surface may be thin, and a set deer does not have a pinhole, either. Furthermore, since the removal section of a dry film is formed by the photolithography, small



area-ization of a piezoelectric device can be carried out easily. Therefore, if the piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head by this invention is used, the yield is high, and cost is cheap and can manufacture the ink jet recording head of a multi-nozzle with low driver voltage.

[0024] Moreover, the passage substrate equipped with the slot opened for free passage for forming two or more ink passage which consists of an ink nozzle for carrying out the regurgitation of the ink pressurized in the ink pressurized room and ink pressurized room for pressurizing ink etc., The diaphragm which is joined to this passage substrate and forms ink passage, and the passage substrate of a diaphragm are the formation approaches of the piezoelectric device in the ink jet recording head which consists of a piezoelectric device with which the location corresponding to an ink pressurized room is equipped in the opposite field. In the location corresponding to the ink pressurized room of the diaphragm made from a ceramic in which the lower electrode of a piezoelectric device was formed Since the diaphragm which the slurry of a piezoelectric-device raw material was printed [ diaphragm ] and had the slurry of a piezoelectric-device raw material printed by stamp print processes is calcinated and a piezoelectric device is directly formed on a diaphragm The amount of the slurry of the piezoelectric-device raw material by which stamp printing is carried out is controlled by precision of the mold for the slurry restoration formed separately. Since it is possible, the thickness and the amount of a slurry which are imprinted by stamp printing from a mold are fully controlled, and making this mold with high precision can form the piezoelectric device of small area without the pinhole which thickness could be thin and gathered. Therefore, even if it uses the piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head by this 2nd invention, the yield is high, and cost is cheap and can manufacture the ink jet recording head of a multi-nozzle with low driver voltage.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] The sectional view showing the process of the 1st example of the piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head by this invention

[Drawing 2] It is the sectional view where the structure of the ink jet recording head formed by the piezoelectric-device formation approach of the ink jet recording head by this invention was shown, and the top view which looked at (a) from the piezoelectric-device side, and (b) met ink passage.

[Drawing 3] The sectional view showing the main processes of the 2nd example of this invention

[Drawing 4] It is the sectional view where the structure of the conventional ink jet recording head was shown, (a) met the pattern Fig. of the slot for the ink passage of a passage substrate, and (b) met ink passage.

**[Description of Notations]**

1 Passage Substrate 10 Ink Passage

11 Ink Nozzle 12 Nozzle Passage

13 Ink Pressurized Room 14 Ink Supply Way

15 Drawing Passage 16 Ink Reservoir

2 Diaphragm

3 Piezoelectric Device 31 Up Electrode

32 Lower Electrode 33 Slurry for Piezoelectric Devices

4 Adhesives Layer

5 Lower Electrode 51 Pt Based for Electrodes

6 Up Electrode

7 Sheet Adhesives

8 Dry Film

300 Metal Mold

400 Pad made of Rubber

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-217487

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 4 1 J 2/16  
2/045  
2/055  
H 0 1 L 41/09

識別記号

F I  
B 4 1 J 3/04 1 0 3 H  
1 0 3 A  
H 0 1 L 41/08 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-23390

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月6日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 深澤 直人

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 内田 真治

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

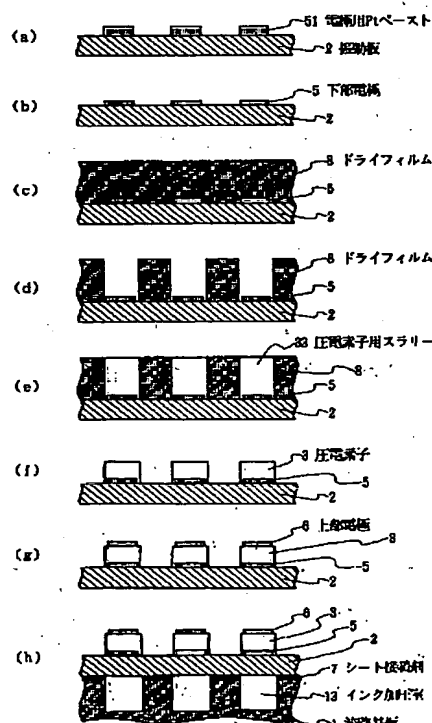
(74) 代理人 弁理士 篠部 正治

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法

(57) 【要約】

【課題】 歩留りが高くコストが低いマルチノズルのインクジェット記録ヘッドを製造できるインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法を提供する。

【解決手段】 スクリーン印刷された電極用Ptペースト51 (a) の焼成で形成された下部電極5を備えたセラミックス製振動板2 (b) 上にドライフィルム8を張り付け (c)、フォトリソグラフィによってインク加圧室13に対応する位置のドライフィルム8を除去し (d)、その除去部に圧電素子用スラリー33を充填し (e)、それらを焼成して振動板2上に下部電極5を介して直接圧電素子3を形成し (f)、上部電極6として金のスパッタ膜を形成する (g)。この圧電素子3を形成された振動板2と流路基板1とをシート接着剤7によって接合してインクジェット記録ヘッドが形成される (e)。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、

圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板にドライフィルムを張り付け、このドライフィルムのインク加圧室に対応する位置をフォトリソグラフィによって除去し、その除去された部分に圧電素子原料のスラリーを充填し、ドライフィルムの除去部に圧電素子原料のスラリーが充填された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成することを特徴とするインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法。

【請求項2】 インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、

圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板のインク加圧室に対応する位置に、スタンプ印刷法によって圧電素子原料のスラリーを印刷し、圧電素子原料のスラリーを印刷された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成することを特徴とするインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、インクを液滴としてノズルより噴射して印刷するインクジェット記録法に用いられるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 インクジェット記録ヘッドを用いた印刷装置は構成が簡単であるという利点から、小型軽量性が要求される卓上プリンタやファックス等の分野に広く用いられている。インクジェット記録ヘッドには幾つかの方式が提案されている。その1つであるオンデマンド型のインクジェット記録ヘッド（以下では記録ヘッドと略称する）は、振動板に圧電素子を接着し、その圧電素子に電圧パルスを加加することにより圧電素子を伸縮させ振動板を振動させ、ノズルからインク滴を吐出させる方式である。この記録ヘッドは、寿命が半永久的でありランニングコストが低い等の長所を有し、これから広く利用されようとしている。

【0003】 この記録ヘッドは、一般的には、表面にインク供給路、流路抵抗調整部、インク加圧部、インク吐出部などのインク流路を形成するための複数の連通した溝が形成されている流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成するシート状の振動板と、振動板のインク加圧部に対応する位置の表面に接着された圧電素子とで構成される。この圧電素子に電圧が印加されると、圧電素子と振動板とがパイモルフ作用によってインク加圧部内に向かって変形してインクを加圧し、インク吐出部からインク滴が噴射される。

【0004】 図4はこのような従来の記録ヘッドの構造を示し、(a)は流路基板の溝の形状を示す平面図、

(b)は記録ヘッドのインク流路に沿った断面図である。流路基板1の一方の表面には、インク吐出部としてのインクノズル11、インク加圧部としてのインク加圧室13、インクノズル11とインク加圧室13をつなぐノズル流路12、インク加圧室13へインクを供給するためのインク供給路14及びインク流路の流路抵抗調整部としての絞り流路15からなる複数のインク流路10と、共通のインク溜め16とを形成するための溝が備えられている。このような流路基板1と振動板2とは重ね合わせて接着され一体化される。一体化された後で、個々のインク加圧室13に対応する振動板2の表面に、あらかじめ所定の寸法に切断されている電気機械変換素子としての圧電素子3が図示されていない共通電極を介して熱硬化性の接着剤層4によって接着され、記録ヘッドは形成される。

【0005】 なお、圧電素子3の両面には上部電極31及び下部電極32が形成されており、共通電極を介して下部電極32と上部電極31の間に駆動電圧パルスが印加されることにより、パイモルフ作用により振動板2が振動し、インクがインクノズル11から噴射され、記録紙等の表面に到達して付着し、印刷が実施される。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、従来技術による記録ヘッドの製造方法においては、振動板2と圧電素子3とは熱硬化性接着剤層4によって接着されるが、微小面積へ微量の接着剤を塗布量を制御して塗布することは困難である。そのため、接着剤量が過剰の場合には、上部電極31の上へ接着剤がせりあがることによって上部電極31の導通不良を発生したり、接着剤層4が厚くなることによって圧電素子3への印加電圧が低下したりする。また、接着剤量が不足の場合には、圧電素子3の接着面積が不足になり振動板2の変形が不足する等の問題を生じ、歩留り低下の原因となっている。

【0007】 また、接着剤層4の厚さがばらつくことによって、インクの吐出特性をばらつかせる要因にもなっている。非常に薄い接着剤層4で接着することが理想であるが、現実問題としてはそれは困難であり、制御できる厚さには限界があった。一方、このような接着剤を用いることに伴って発生する諸問題を解消するために、ス

(3)

3

クリーン印刷を用いて下部電極と圧電素子を振動板上に直接形成する方法が、この発明の発明者によって提案され、本願出願人により特願平8-246332号として出願されている。この方法は、振動板上に下部電極のための白金ペーストをスクリーン印刷した後に焼成して下部電極を形成し、その上に圧電素子原料のスラリーをスクリーン印刷し、その印刷層の厚さを均一化しピンホールをなくするためのレベリング処理をした後に焼成して振動板上に下部電極と圧電素子とを直接形成している。レベリング処理を必要とするのは、スクリーン印刷の工程においてスクリーンの影響により印刷されたスラリー中に気泡を抱き込んで発生するピンホールやスクリーンの網目に対応する凹凸による厚さの大きなばらつきを低減するためである。ピンホールの存在及び厚さのばらつきの大きいことは、どちらも記録ヘッドのインク吐出特性を大きくばらつかせる要因となる。一方、下部電極としての白金層にはピンホールが存在しても問題ないし、厚さも3~5 $\mu\text{m}$ と薄く厚さのばらつきも2 $\mu\text{m}$ 以下となるので、下部電極をスクリーン印刷によって形成することに問題はない。

【0008】この発明は、上記のような接着剤を用いることに伴って発生する諸問題点を解消し、あるいはスクリーン印刷法を用いた圧電素子の形成に伴うピンホールの発生や厚さのばらつきの問題をレベリング処理のような特殊な工程を採用することにより解決するのではなく、歩留りが高くコストが安く、駆動電圧が低いマルチノズルの記録ヘッドを製造することができる記録ヘッドの圧電素子形成方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明においては、インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板にドライフィルムを張り付け、このドライフィルムのインク加圧室に対応する位置をフォトリソグラフィによって除去し、その除去された部分に圧電素子原料のスラリーを充填し、ドライフィルムの除去部に圧電素子原料のスラリーが充填された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成する。ドライフィルムの除去部に圧電素子原料のスラリーを充填し、その状態で焼成して圧電素子を振動板上に直接形成するから、スラリーの量がドライフィルムの厚さで制御されて全面に均一に充填される。したがって、形成される圧電素子はその厚さが薄くてよく揃いしかもピンホールのないものとなる。更に、フォトリソグラフィによってドラ

4

イフィルムの除去部を形成するので圧電素子の小面積化を容易に実施することができる。

【0010】また、インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板のインク加圧室に対応する位置に、スタンプ印刷法によって圧電素子原料のスラリーを印刷し、圧電素子原料のスラリーを印刷された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成する。

【0011】この方法においても、スタンプ印刷される圧電素子原料のスラリーの量は別途形成されるスラリー充填のための型の精度で制御される。この型を高精度に制作することは可能であるから、型からスタンプ印刷で転写されるスラリーの厚さと量が十分に制御され、厚さが薄くてよく揃ったピンホールの少ない小面積の圧電素子を形成することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を実施例を用いて説明する。

【第1の実施例】図1はこの発明による記録ヘッドの圧電素子形成方法の第1の実施例の工程を示し、図2はこの実施例で作成された記録ヘッドの構造を示す。図2において、(a)は圧電素子側から見た平面図であり、(b)はインク流路に沿った断面図であり、従来技術の場合と同じ機能の部分については同じ符号を付した。

【0013】まず、図1によって製造工程を説明する。厚さ30 $\mu\text{m}$ のジルコニア板からなる振動板2の片面の各インク加圧室13に対応する位置に、スクリーン印刷により厚さ約5 $\mu\text{m}$ の電極用Ptペースト51を印刷する【工程(a)】。このペースト51を120 $^{\circ}\text{C}$ で乾燥した後、1100 $^{\circ}\text{C}$ で焼成して下部電極5を形成する【工程(b)】。

【0014】次に、下部電極5が形成された振動板2の下部電極5形成側の面に厚さ100 $\mu\text{m}$ のドライフィルム8を接着し【工程(c)】、フォトリソグラフィによってドライフィルム8の各インク加圧室13に対応する部分を除去し、深さ100 $\mu\text{m}$ の凹みを形成する【工程(d)】。この工程は除去する部分への紫外線の露光とその部分のエッチングとで構成される。次いで、ドライフィルム8の除去部である凹みに圧電素子用スラリー33を充填する【工程(e)】。圧電素子用スラリーは、鉛系圧電素子の仮焼粉を微粉碎した原料粉に、主バインダーとしてのエチルセルロースと主溶剤としてのジエチレングリコールモノエチルエーテルとその他の添加剤を加え、よく混合して所望の粘度に調整したものである。圧

(4)

5

電素子用スラリー33の充填は、圧電素子用スラリー33を振動板2全面に塗布し、スクレーパーでドライフィルム8の表面をこすって余分なスラリーを削ぎ落として圧電素子用スラリー33の厚さを凹みの厚さとし、120℃で乾燥させる。乾燥することによってその厚さは70～80%となる。続いて、ドライフィルム8の除去部に圧電素子用スラリー33を充填した状態の振動板2を1150℃で焼成して、振動板2上の下部電極5の上に圧電素子3を形成する〔工程(f)〕。この焼成の際に、ドライフィルム8は400から500℃の温度で分解・炭化して蒸発してなくなる。また、焼成された圧電素子3の厚さは乾燥した圧電素子用スラリー33の厚さの約40%に収縮する。この収縮率は乾燥した圧電素子用スラリー33中のバインダの比率を変えることによってある程度の幅で調整することができる。この圧電素子3の上面に上部電極6としての金のスパッタ膜をスパッタ装置で形成する〔工程(g)〕。

【0015】このようにして形成された圧電素子3付きの振動板2と流路基板1とをシート接着剤7で接合してインク流路を形成し、記録ヘッドは完成する〔工程(h)〕。ここで、このようにして形成された記録ヘッドの構造を、図2を用いて説明し、従来技術の場合との比較でその特徴を説明する。

【0016】この実施例による記録ヘッドにおいては、振動板2上に形成した下部電極5は圧電素子3の領域より1～2mm延長して形成されており、この部分を個々の圧電素子の信号電極の取り付け位置としてフレキシブルプリント板が半田付けされる。この下部電極5の上に圧電素子3が直接形成されており、圧電素子3上に上部電極6が形成されている。この発明によると、圧電素子3の厚さを従来技術のものに比べて薄くすることができるので、インク加圧室13の幅を狭くすることができ、そのため、個々のインク流路を直線状に形成することができ、従来技術に比べてインク流路の長さを非常に短くすることができ、従来技術におけるインク供給路14や長いノズル流路12はなくなっている。

【0017】このような構造のこの発明による記録ヘッドの下部電極5を個別電極とし上部電極6を共通電極として、両電極間に適正波形の駆動電圧を印加しインクの吐出特性を評価した結果、駆動電圧が低く、ばらつきが少ない優れたインク吐出特性を得ることができた。これは、圧電素子3の厚さが薄くてばらつきが少なく、しかも接着剤層がないことによる効果である推定される。

【0018】ここで、この発明の特徴をまとめると、まず、第1の特徴は、既に製造工程で述べたように、振動板2上の下部電極5の上に直接圧電素子3が形成されていることである。このため、従来技術の場合に存在する接着剤層4がないので、それに伴う問題点が解消されている。第2の特徴は、形成される圧電素子3の厚さが薄くてばらつきが少なく、その上面が平坦で、その端部が

6

垂直であり、欠陥が少ないことである。これは、ドライフィルム8の除去部に形成された凹みにスラリーを流し込み余分なスラリーをスクレーパーで削ぎ取ることによって、スクリーン印刷の場合に見られるメッシュ跡をもつこともなく、焼成時のクラックやうねりの発生が大幅に軽減されることによっている。また、形成される圧電素子3の厚さは印刷乾燥後の圧電素子用スラリー33の厚さの40%程度となるので、上記実施例においては30μm程度となっている。従来技術による圧電素子は、厚さ100μm以下のものを歩留りよく実現することが相当に困難であったことに比べて、この発明によれば50μm以下の薄い圧電素子を厚さのばらつき少なく得ることができることである。このため、インク加圧室13の幅を狭くすることができるので、より多くのマルチノズル化が可能となり、駆動電圧も低くなる。また、従来技術の場合のように、インクノズル11のピッチとインク加圧室13のピッチが合わないためにインク流路を曲げることも必要ではなくなり、図2に示すように個々のインク流路を直線状に形成することができるので、各インク流路を平行にすることができ、個々のインク流路毎に流路抵抗を含めて面倒な設計をすることもなくなり、パターン設計が非常に簡単となる。

【0019】第3の特徴は、圧電素子3を形成する部分だけに圧電素子用スラリー33を充填して圧電素子3を形成するので、従来技術のように研削加工で製作する場合に比べて、圧電素子用原料の使用量が大幅に少なくなり、原料コストが低減する。第4の特徴は、個々の圧電素子を位置合わせして接着する従来の製造工程に比べて、製造工程が簡略化され、コストが低減する。

【0020】〔第2の実施例〕図3はこの発明による記録ヘッドの圧電素子形成方法の第2の実施例の工程の要部を示しており、工程(b)までと、工程(f)からは第1の実施例と同じであるので省略している。第2の実施例は、圧電素子用スラリー33、厳密にいうと、乾燥した圧電素子用スラリー33を振動板2上の下部電極5の上に形成する方法が第1の実施例と異なり、他の工程は同じである。

【0021】この実施例における乾燥したスラリー33を振動板2の下部電極5上に形成するまでの工程は次の通りである。まず、個々のインク加圧室13に対応する位置に所定の形状と所定の深さをもつ凹み、この実施例では100μmの深さの凹み、を形成されたステンレス製の金属型300を準備し、その型300に乾燥した圧電素子用スラリー33の抜けを良くするために離型剤を塗布し、圧電素子用スラリー33を充填する〔工程(c)〕。この充填は第1の実施例におけるドライフィルム8の除去部の凹みに圧電素子用スラリー33を充填するのと同じ方法で実施される。次いで、ゴム製パッド400に乾燥した圧電素子用スラリー33を転写し〔工程(d)〕、続いて、ゴム製パッド400から乾燥した圧電素子用スラリー33を振動

(5)

7

板2上の下部電極5上へ転写する〔工程(e)〕。圧電素子用スラリー33を転写された振動板2を1150℃で焼成して、振動板2の下部電極5の上に圧電素子3を形成し、この振動板2と流路基板1を接合して記録ヘッドを形成する。このようにして形成された記録ヘッドは第1の実施例と同様に駆動電圧が低く、ばらつきの少ない優れたインク吐出特性を示した。

【0022】この実施例による記録ヘッドも第1の実施例と同様の特徴をもっている。なお、上記の実施例においては、工程(b)で電極用Ptペースト51を焼成して下部電極5を形成しているが、この工程を省略して、圧電素子用スラリー33の焼成時〔工程(f)〕に同時に焼成することもできる。

【0023】

【発明の効果】この発明によれば、インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板にドライフィルムを張り付け、このドライフィルムのインク加圧室に対応する位置をフォトリソグラフィによって除去し、その除去された部分に圧電素子原料のスラリーを充填し、ドライフィルムの除去部に圧電素子原料のスラリーが充填された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成するので、スラリーの量がドライフィルム

の厚さで制御されて全面に均一に充填され、形成される圧電素子はその厚さが薄くてよく揃いしかもピンホールのないものとなる。更に、フォトリソグラフィによってドライフィルムの除去部を形成するので圧電素子の小面積化を容易に実施することができる。したがって、この発明によるインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法を用いれば、歩留りが高くコストが安く、駆動電圧が低いマルチノズルのインクジェット記録ヘッドを製造することができる。

【0024】また、インクを加圧するためのインク加圧室やインク加圧室で加圧されたインクを吐出するためのインクノズルなどからなる複数のインク流路を形成するための連通する溝を備えた流路基板と、この流路基板に接合されてインク流路を形成する振動板と、振動板の流路基板とは反対の面でインク加圧室に対応する位置に備

8

えられている圧電素子とからなるインクジェット記録ヘッドにおける圧電素子の形成方法であって、圧電素子の下部電極が形成されたセラミック製の振動板のインク加圧室に対応する位置に、スタンプ印刷法によって圧電素子原料のスラリーを印刷し、圧電素子原料のスラリーを印刷された振動板を焼成して振動板上に圧電素子を直接形成するので、スタンプ印刷される圧電素子原料のスラリーの量は別途形成されるスラリー充填のための型の精度で制御され、この型を高精度に制作することは可能であるから、型からスタンプ印刷で転写されるスラリーの厚さと量が十分に制御され、厚さが薄くてよく揃ったピンホールのない小面積の圧電素子を形成することができる。したがって、この第2の発明によるインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法を用いても、歩留りが高くコストが安く、駆動電圧が低いマルチノズルのインクジェット記録ヘッドを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明によるインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法の第1の実施例の工程を示す断面図

【図2】この発明によるインクジェット記録ヘッドの圧電素子形成方法で形成したインクジェット記録ヘッドの構造を示し、(a)は圧電素子側から見た平面図、

(b)はインク流路に沿った断面図

【図3】この発明の第2の実施例の主要工程を示す断面図

【図4】従来のインクジェット記録ヘッドの構造を示し、(a)は流路基板のインク流路のための溝のパターン図、(b)はインク流路に沿った断面図

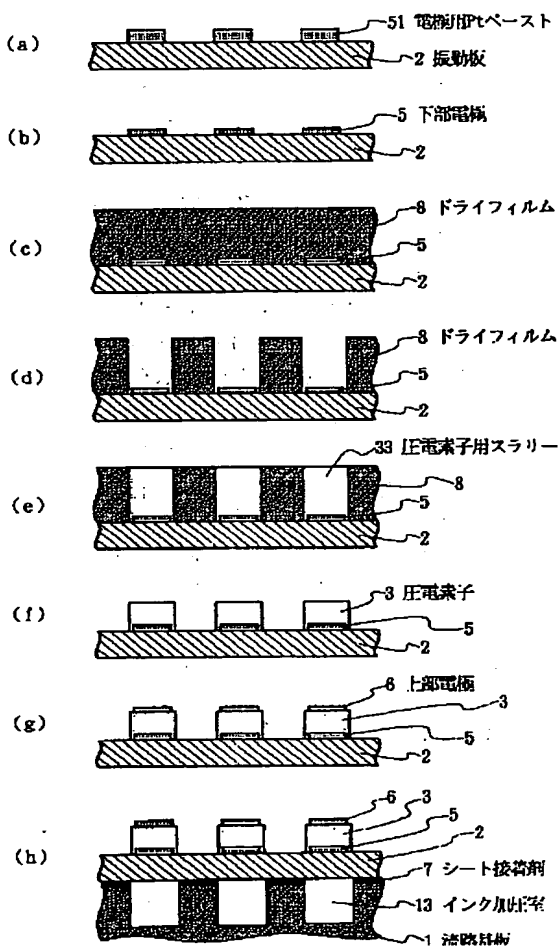
【符号の説明】

- |            |              |
|------------|--------------|
| 1 流路基板     | 10 インク流路     |
| 11 インクノズル  | 12 ノズル流路     |
| 13 インク加圧室  | 14 インク供給路    |
| 15 絞り流路    | 16 インク溜め     |
| 2 振動板      |              |
| 3 圧電素子     | 31 上部電極      |
| 32 下部電極    | 33 圧電素子用スラリー |
| 4 接着剤層     |              |
| 5 下部電極     | 51 電極用Ptペースト |
| 6 上部電極     |              |
| 7 シート接着剤   |              |
| 8 ドライフィルム  |              |
| 300 金属製型   |              |
| 400 ゴム製パッド |              |

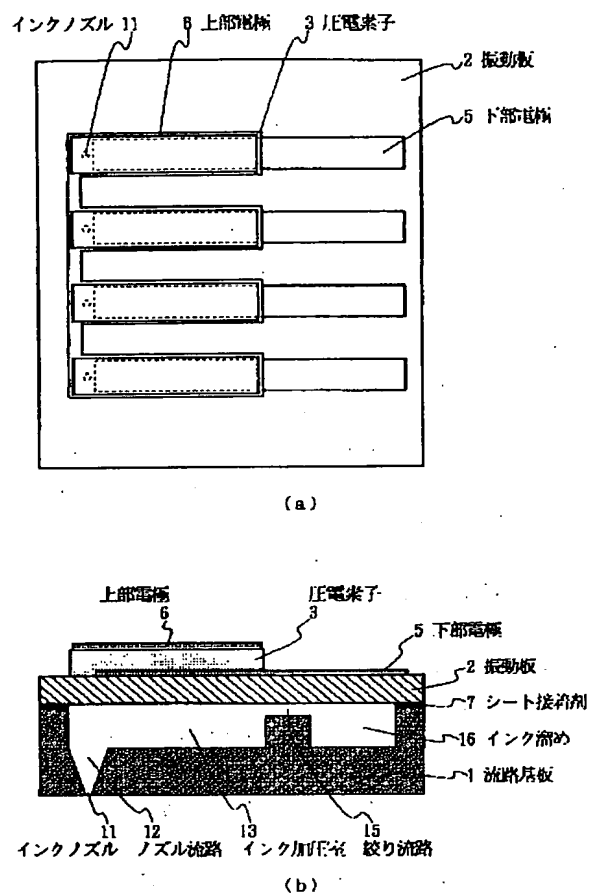
BEST AVAILABLE COPY

(6)

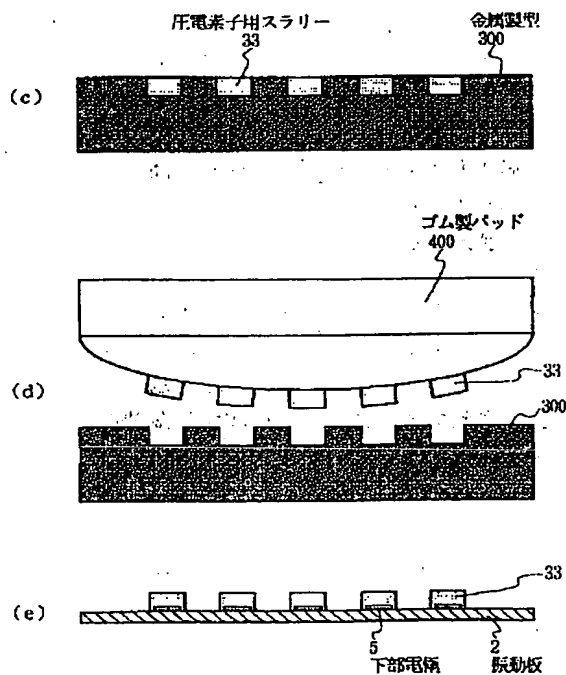
【図1】



【図2】



【図3】





(7)

【図4】

